

Suplemento de ciencias de **Página/12**
Año 20 / N° 1022 | 17. 10. 2009

LA CONFLUENCIA DE DOS CIENCIAS PARALELAS Y COMPLEMENTARIAS

El oro verde de la bioinformática

Viaje al interior de una disciplina entre dos ríos, la informática –el río de los datos– y la biología –el río de la vida–. La extraordinaria experiencia de Oro Verde o cómo se hace carrera al andar.

d. Alterleib

El oro verde...

POR MATIAS ALINOVI

Un joven investigador, una disciplina naciente, no tienen por delante un destino, como un callejón angosto, sino el complejo y espléndido repertorio de los destinos posibles. En principio, con un poco de suerte, podrán saberlo todo. Al cabo los investigadores se jubilan, y las disciplinas alcanzan una madurez rígida –una esclerosis del discernimiento– que exige un cambio revulsivo, pero en la ciencia el eco de esa ilusión nunca se apaga.

En Oro Verde, localidad bucólicamente apacible, a diez kilómetros de la ciudad de Paraná, Entre Ríos, en lo más alto de una pampa inconstante, con suaves ondulaciones de inaudito campo de golf, funciona la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos (Fiuner). En esa facultad de estudiantes tranquilos mateando en el verde, se dictan dos carreras: desde 1985, Bioingeniería, y desde 2006, la licenciatura en Bioinformática.



EL ANTECEDENTE DE LA BIOINGENIERIA

Puede parecer raro que una facultad de ingeniería no dicte las ingenierías tradicionales y se obstine por incluir la biología en sus programas. Pero esa aparente anomalía tiene su explicación en el desarrollo histórico de la Fiuner. Hasta 1980 allí se dictaba ingeniería electromecánica. Aquel año el gobierno militar cerró la facultad con el argumento de la optimización de recursos dispersos a lo largo del país, que apenas encubría la voluntad de suprimir definitivamente esos nidos de terroristas, las facultades. Por proximidad geográfica, los estudiantes emigraron entonces hacia la Universidad Tecnológica Nacional. Cuando la facultad reabrió sus puertas, en 1984, el panorama había cambiado. La genética, la biotecnología, estaban definitivamente en boga, y el gobierno de Raúl Alfonsín, con gesto inaugural, a instancias de asesores como René Favaloro, impulsaba la creación de carreras relacionadas con aquellas disciplinas, que en el país despuntaban en facultades de Bioquímica. Así surgió la bioingeniería de la Fiuner.

Si en principio la carrera buscó relacionarse con aquellas disciplinas nuevas, con el tiempo los afanes debieron acomodarse a las posibilidades de la estructura científica y académica de la provincia, y la carrera derivó entonces hacia una ingeniería biomédica, una disciplina relacionada con el equipamiento biomédico. Sin embargo, desarrolló, y supo conservar, a instancias de los profesores que acudieron de otras facultades para contribuir a su creación –el doctor Máximo Valentinuzzi, prócer de la biomedicina argentina, de la Universidad Nacional de Tucumán; el ingeniero Luis Florentino Rocha, que por entonces era el director del Instituto de Ingeniería biomédica de Fiuba–, un perfil propio: el del énfasis en la investigación básica.

Hacia 2001, aquella bioingeniería orientada hacia la investigación básica en matemáticas y en física, la primera en Sudamérica –desde el grado, la disciplina sólo podía estudiarse en México–, había adquirido un prestigio nacional.

EL PELIGRO DEL EXITO

A partir de esa experiencia, la Fiuner colaboró en la gestación de carreras de grado equivalentes en San Juan, en Tucumán, en Buenos Aires, a través de la Fundación Favaloro, en Córdoba, en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Porque se montaban sobre estructuras previas diversas, todas aquellas carreras supusieron potencialidades distintas, pero la multiplicación de la oferta redundó en la merma de la matrícula de Oro Verde: los estudiantes que hasta entonces acudían a Entre Ríos de todo el país ahora podían estudiar en sus provincias. La estructura que funcionaba con algo más de doscientos estudiantes en algunos años pasó a funcionar con cien, y amenazó con quedar obsoleta.

La estrategia fue entonces diversificar la oferta académica de la facultad creando una carrera que recogiera aquella idea original del gobierno de Alfonsín de abrevar en cuestiones de índole biológica, acentuando el sesgo de la investigación básica, que había hecho mella entre los estudiantes. Así nació, en 2006, la licenciatura en Bioinformática. Otra vez la Fiuner era pionera: esa carrera de grado que aún no tiene egresados –en 2010 los alumnos más avanzados estarían cursando el quinto año– tiene equivalentes sólo en Estados Unidos y en Israel.

LA NECESIDAD DE LA BIOINFORMATICA

Tras el exordio de la historia académica, digamos qué es la bioinformática. Del modo más general, es la disciplina que procesa y analiza los datos que la biología irreprimiblemente genera. Si a través de la sistematización, de la taxonomía, la biología siempre procesó datos con afán clasificatorio, en la segunda mitad del siglo XX algo cambió definitivamente. Los biólogos entendieron que las clasificaciones que hasta entonces habían emprendido manualmente debían ser recogidas por la informática, herramienta potentísima. Entendieron, en definitiva, que la biología siempre había llamado a la informática, incluso desde antes de que existiera; que bajo la biología latía una ciencia de la información. Desde un punto de vista epistemológico aquellas sistematizaciones intuitivas, en forma de clasificaciones, o de formulaciones teóricas dispersas, exigían no sólo la potencia, sino sobre todo la coherencia de una herramienta –y de una disciplina– que organizara los datos.

La bioinformática permitiría entonces leer y comprender información cuya existencia estaría señalada por las hipótesis biológicas y, sobre todo, a partir de esa lectura, controlar, acelerar, detener, una serie de procesos naturales.

Sin duda, el aspecto más difundido de la bioinformática es el alineamiento de secuencias, la comparación de dos o más secuencias de estructuras primarias proteicas que permite distinguir las zonas similares que podrían indicar relaciones funcionales o evolutivas entre los genes o las proteínas. Pero hay quienes lamentan esa fama desmedida, que parece reducir a la disciplina a la condición de mera herramienta de la posgenómica, procesadora laboriosa de una masa infinita de datos provenientes del estudio del código genético.

La bioinformática no se limita a procesar datos genéticos. Puede, y debe, operar con los datos del cerebro, de los ecosistemas, de los problemas ambientales o de salud humana. Las neurociencias admiten ya la existencia de una neuroinformática. En ese sentido, es posible, por ejemplo, simular una red neuronal dada que cumpla una determinada función, y entrenarla matemáticamente para ver a través de las interacciones qué tipo de comportamiento sigue, y predecir así la evolución de una determinada función de la corteza cerebral de un primate.

EL DESAFIO EPISTEMOLOGICO

La revolución de la biología comenzó a principios del siglo XX, por la intervención de los físicos, que creyeron que podían aplicar algunos de los métodos con que estudiaban los sistemas materiales inanimados a los seres vivos. Esa intervención produjo un cambio definitivo y movilizó el desarrollo de lo que hoy llamamos biología molecular, la rama más poderosa de las ciencias biológicas. En los años ’50 Watson y Crick –que era físico, además de biólogo– develaron la estructura de la molécula de ADN. Del estudio de la genética surgieron ingentes masas de datos.

Los sistemas biológicos se revelaron entonces como sistemas materiales sumamente complejos, de una complejidad difícil de aprehender con los cánones clásicos de la física, o aun de la cuántica. Y su estudio requirió enriquecimientos ulteriores. Ahora, el afán secreto de la bioinformática es cambiar el paradigma de la biología haciéndola avanzar hacia una formalización: la enorme masa de datos procesados a través de la informática le plantearía nuevas preguntas a la biología, y la reorientaría. El procesamiento de datos induciría preguntas a las que los modelos podrían no conducir naturalmente.

Es lo que está ocurriendo. Antes de 2000, en que fue secuenciado y analizado, el genoma humano se imaginaba como una estructura sumamente compleja en la que todo tenía un sentido. Hoy, para la biología molecular clásica, sólo el cinco por ciento de la información que contiene codifica alguna molécula, de ARN o de proteína. Es decir, al noventa y cinco por ciento de la información los biólogos la llaman basura, ADN basura, y la biología molecular se pregunta por el significado evolutivo de esa información. Allí, necesariamente, deberá intervenir la bioinformática.

El de la bioinformática es un camino que recién empieza. La biología atraviesa una fase de expansión, merced a la mejora de las técnicas de extracción y de secuenciación. Los laboratorios de todo el mundo están obteniendo datos. Del mismo modo en el que Humboldt, o Darwin, o Wallace, en el siglo XIX, recolectaban especies y las clasificaban, hoy se analizan genomas. Y esas investigaciones están, también, impulsadas por un interés económico.

LA NECESIDAD PROFESIONAL

¿Cómo se saldan en la actualidad los problemas de investigación de una disciplina naciente? El director de un laboratorio de biología que trabaja en genoma contrata un informático, y durante años trabajan juntos: a la larga, el informático entiende algo de biología y el biólogo algo de informática. Pero al considerar estas disciplinas que abrevan en dos ríos, sólo las carreras de grado –y no las de posgrado– aseguran que desde el comienzo el estudiante se eduque en dos lógicas científicas diferentes en forma simultánea. A la mañana estudia matemáticas, a la tarde biología. Eso va estructurando una forma multidisciplinar de abordar los problemas, y es lo que anima a la Fiuner en el proyecto de la bioinformática.

Considerar que la disciplina es una mera herramienta de la biología es olvidar que las preguntas que se plantea proceden también de la ecología, de la farmacología, de la epidemiología. Considerar que es una ciencia consolidada es quizás excesivo. En conclusión, la bioinformática estaría a mitad de camino entre esas dos aproximaciones epistemológicas. El proceso está en marcha, y en algún tiempo más –es de esperar– se establecerá como disciplina autónoma. Para entonces, el desafío será el de formar profesionales sólidos en biología, en física, en matemáticas, cuya intervención en el estudio de los sistemas materiales no se limite a cuestiones tecnocráticas. Esos profesionales deberán intervenir críticamente en la biología. Preguntar, antes que procesar.

Para eso se prepara la Fiuner. Si la carrera tiene un sesgo más científico que profesional, el ámbito natural de los egresados serán los laboratorios públicos. En el campo agroindustrial, por ejemplo, podrán colaborar entonces con los desarrollos de la genética de la semilla, sin duda una deuda social. Joven argentino, si te gusta la biología, y las computadoras, ya sabés.

SEMILLAS

Bioinformática y semillas o cómo apoderarse del oro verde

Una de las posibilidades estimulantes de la bioinformática es la de contribuir a apoderarse de la tecnología de los organismos genéticamente modificados. La estrategia, sin embargo, sería complementaria, porque la carrera de grado de la Fiuner está pensada como anclada en la investigación básica en bioinformática. La Universidad de Rosario, a 180 kilómetros de Oro Verde, y la Universidad del Litoral, tienen carreras de biotecnología, carreras de laboratorio, orientadas a la producción de especies genéticamente modificadas, a mecanismos de producción de fármacos, etcétera. De algún modo, las biotecnologías rodean Oro Verde, y la estrategia sería complementaria.

INVESTIGACION BASICA

Que la facultad tiene un sesgo de investigación básica lo prueban las líneas de investigación consolidadas en Oro Verde. Por ejemplo, el procesamiento de señales e imágenes biomédicas. El grupo de la doctora María Eugenia Torres, en particular, trata señales con métodos no convencionales. El biólogo Víctor Casco, del laboratorio de microscopia, que contribuyó a desarrollar la carrera de bioinformática, trabaja en la evolución de los apéndices pares de vertebrados y en el análisis tridimensional de patrones de expresión génica. Las investigaciones aplicadas son numerosísimas. El bioingeniero Ariel Fabio Guarnieri ganó el premio Innovar 2007 con el desarrollo de una microválvula inteligente para el tratamiento del glaucoma. Rubén Acevedo y Gabriel Gentiletti, del Lirins, el Laboratorio de Ingeniería de Rehabilitación e Investigaciones Neurológicas, patentaron un sistema de detección de hipoacusias en neonatos que podría implementarse en los hospitales de la provincia. El ingeniero Bartolomé Drozdowicz, que dirige el grupo de inteligencia artificial, desarrolla investigaciones muy complejas en la toma de decisiones que suponen el tratamiento de grandes cantidades de datos.

LA FIUNER

Funciona en la localidad de Oro Verde, Ruta provincial 11, kilómetro 10, Paraná, Entre Ríos. Tel: (0343) 4975100 /101/077/078
E-mail: extension@bioingenieria.edu.ar
Página web: www.bioingenieria.edu.ar

NO DEJES QUE EL DENGUE ENTRE EN TU CASA.

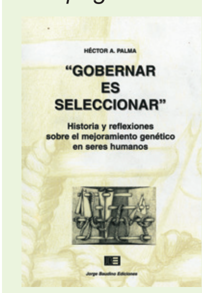
Sin mosquito, no hay dengue. Por eso, hoy tenemos que destruir sus larvas, eliminando los lugares donde se crían. Tirando o dando vuelta objetos en desuso que acumulen agua, como gomas de autos, tapas y botellas, cacharros o baldes. También, cambiando seguido el agua de floreros y bebederos de animales y tapando siempre los recipientes donde se junte agua para consumo. **Además, permití que los agentes municipales entren a tu casa para descacharrar y fumigar.**

CON PREVENCIÓN, AL DENGUE LE GANAMOS ENTRE TODOS.



LIBROS Y PUBLICACIONES

"GOBERNAR ES SELECCIONAR"
Historia y reflexiones sobre el mejoramiento genético en seres humanos
Héctor Palma. Jorge Baudino Ediciones
224 páginas



Hiroshima, Nagasaki, Dresde. Los nombres resuenan como balazos (como bombas) y obligan a pensar en el complejo entramado científico-tecnológico-político que contribuyó, entre otras cosas, a hacer de las masacres del siglo XX las más espantosas de la historia de la humanidad. No es casual que el nazismo, con su conjunción nefasta de politiquería de la peor y tecnología avanzada, haya sido interpretado por muchos intelectuales como la negación absoluta del ideal iluminista, aquel que había guiado al pensamiento a partir de la Revolución Científica.

El nazismo y sus derivaciones, con el irracionalismo nietzscheano a flor de piel, se convirtieron automáticamente en lo opuesto del verdadero pensamiento y, así, en el chivo expiatorio para explicar muchos de los errores que, en realidad, habían surgido desde la propia comunidad científica. Todas las hipótesis de las que Hitler y sus secuaces se habían valido para justificar sus asesinatos fueron declaradas ramas laterales y despreciables de la ciencia. Tal vez la eugenesia (la idea de que la raza humana puede mejorarse a través de la intervención y el control de la descendencia) sea el más claro ejemplo: a posteriori, por supuesto, fue calificada como una pseudociencia y señalada como la responsable de muchas de las atrocidades del Holocausto.

Sin embargo, como demuestra Héctor Palma, la eugenesia fue algo más que una corriente apartada de la ciencia durante el siglo XX. Sus gérmenes se encuentran ya en la antigüedad clásica y en las culturas precolombinas. Y lejos de haber sido patrimonio exclusivo de la Alemania nazi, pensadores de todas las extracciones ideológicas y de todas las profesiones (socialistas, liberales, conservadores; biólogos, demógrafos, juristas) consideraron más o menos seriamente –y mucho antes de la irrupción de Hitler en el mapa internacional– la posibilidad de que la raza progresara a partir del control de la reproducción.

En un recorrido que arranca desde la postulación de la Teoría de la Evolución natural y su adaptación al determinismo biológico, que corre a través de los errores de la antropología criminal, la craneometría y el darwinismo social y que llega hasta la creación del pensamiento eugenésico argentino, Palma construye una historia desmitificadora de la eugenesia, uno de esos pasos en falso que la Ciencia (así, con mayúscula) quisiera no haber dado nunca y que trata, incansable y tal vez inútilmente, por olvidar.

NICOLAS OLSZEVICKI

AGENDA CIENTIFICA

SOBRE LA IDEA DE HUMANIDADES
"Del Barroco a la Ilustración, crítica de los humanistas, eclipse y metamorfosis de las humanidades" es la conferencia que dictará el doctor Gastón Burucúa el martes 20 a las 18 en el Auditorio del Campus Miguelete de la Universidad Nacional de San Martín (Unsam). La entrada es libre y gratuita. Martín de Yrigoyen 3100, San Martín, Pcia. de Buenos Aires. Más información: www.unsam.edu.ar

futuro@pagina12.com.ar

PALEOANTROPOLOGIA: LA HISTORIA SIN FIN

Ardipithecus ramidus, un nuevo tipo de ancestro

Primero fue Lucy, después otro, después otro, y ahora el buen Ardi, que viene a chusmearnos algunas cosas más sobre nuestro no tan limpio linaje. Mezclas y dudas, ramificaciones que se pierden en la noche de los tiempos. Ardi es un millón de años más viejo (¿o más joven?) que Lucy y nos cuenta cosas distintas. **Futuro** quiere a los fósiles. Le encantan. Muestran una y otra vez que no somos sino una rama lateral de una evolución que nos ignora. Aquí, Ardi.

POR MARTIN CAGLIANI

La ciencia suele arrojar descubrimientos cada tanto, que cambian todo lo que se venía pensando hasta la fecha sobre algún tópico. Por lo general son pequeños descubrimientos, que luego se van engrandeciendo a la luz de los estudios para confirmarlos, e ir aumentando el conocimiento que aportan. El caso del *Ardipithecus ramidus* es bastante más espectacular. Primero se descubrió un diente que llenaba de dudas a la comunidad paleoantropológica, seguido por un silencio de radio que duró 17 años. Luego de no saber nada sobre este enigmático homínido, explota la bomba con once artículos científicos y un video publicados al mismo tiempo que patean el tablero de la evolución humana.

Para que nos hagamos una idea, este fósil es el más antiguo de la rama evolutiva humana. Tiene 4,4 millones de años, y representa algo totalmente nuevo.

PATEANDO EL TABLERO EVOLUTIVO

Hasta ahora entre nuestros ancestros había tres tipos de adaptaciones, estaban los Australopitecos gráciles, los Australopitecos robustos y los humanos, dentro de los cuales ubicamos no sólo a los *Homo sapiens*, sino a sus ancestros, el *Homo erectus* y el más antiguo *Homo habilis*.

Los australopitecos eran los más antiguos y primitivos, eran todo lo que uno se podía imaginar para un ancestro de los humanos. El más famoso australopiteco es una mujer, Lucy, con 3,2 millones de años, que era bastante parecida a un chimpancé, sólo que tenía pies similares a los nuestros, o sea, más adaptados al caminar bípedo.

Así los paleoantropólogos creían que si íbamos más lejos en el tiempo, encontraríamos al primate que dio origen tanto a esta rama evolutiva humana, como a la rama evolutiva que derivó en los monos actuales como el chimpancé.

Mayoritariamente se pensaba que ese antepasado común no habría sido muy diferente de los chimpancés actuales, lo que ha llevado al error popular de asumir que descendemos de un mono como los de hoy en día. El *Ardipithecus ramidus* echa por tierra esa visión, ya que es uno de los más antiguos y más cercanos al antepasado común, y no tiene absolutamente nada que ver con un chimpancé actual.

¿Qué nos dice esto? Que el nuevo fósil era más arbóreo que los monos actuales, que se caracterizan por ser más terrestres, al igual que nosotros y nuestros antepasados del género *Homo*. Esto permite imaginar que el ancestro común habría sido del todo arbóreo, y habría dado lugar a dos líneas evolutivas diferentes, pero ambas terrestres: una caminó sobre sus dos patas, y la otra no. *Ardipithecus* caminaba en dos patas, pero no de la forma que lo hacían los australopitecos y nosotros.

LES PRESENTAMOS AL *ARDIPITHECUS RAMIDUS*

La nueva especie fósil del árbol evolutivo humano fue descubierta entre 1992 y 1994, en Aramis, Etiopía. En total son 110 fragmentos de hueso fósiles, que corresponden a unos 35 individuos. Pero la estrella es el fósil de una mujer apodada *Ardi*.

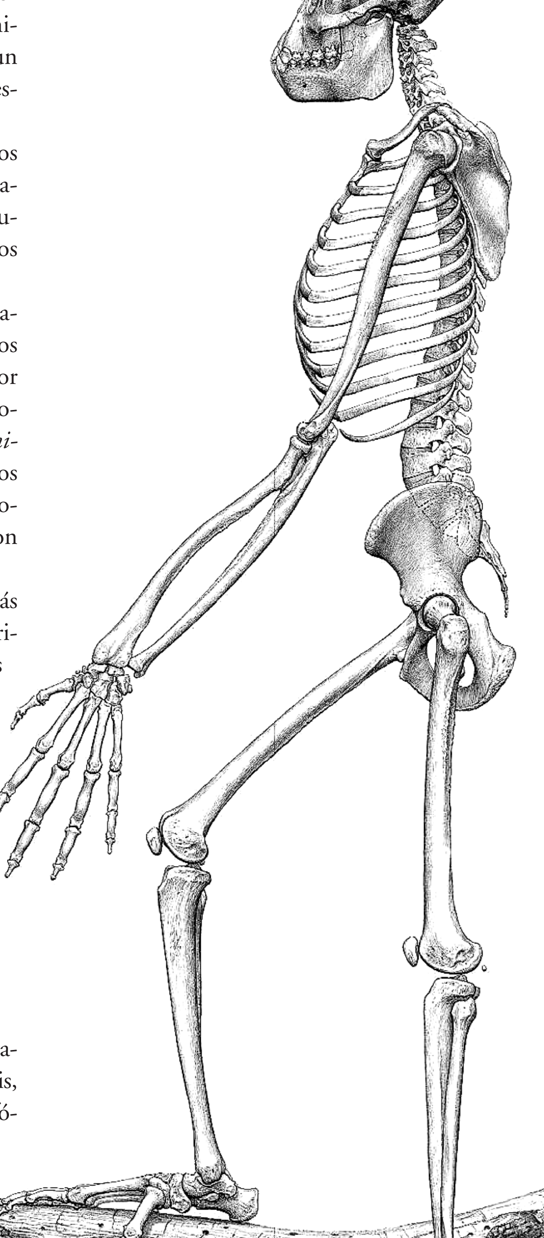
Ardi es el individuo más completo y lo es en un grado más que importante, lo que ayudó mucho a conocer cada aspecto de esta nueva especie. Está igual de completo que la famosa Lucy, una *Australopithecus afarensis* que era la estrella de la paleoantropología hasta la fecha.

Se han recuperado ambos brazos de Ardi, ambas manos, los dos pies, la pierna derecha, parte de la pelvis, unas cuantas vértebras y un cráneo casi completo, con dientes y todo. Un fósil tan completo es algo rarísimo en la paleoantropología; los casos como éste se pueden contar con los dedos de una mano. Muchas veces apenas si se tiene algún diente, o un único fragmento de hueso.

El estudio de estos restos, más los de los otros individuos, les ha permitido a los paleoantropólogos ver a una especie totalmente diferente de lo que se venía observando entre los homínidos, que son los fósiles pertenecientes a nuestra rama evolutiva.

Su rostro era más vertical que el de los chimpancés, o sea más cerca de como es nuestra cara. La mandíbula se muestra menos protuberante que la de un chimpancé, y no tenía dientes incisivos filosos, como la mayoría de los monos actuales. Los dientes de Ardi y sus compañeros también tienen bastante que decir sobre su sociedad.

Es que entre los chimpancés actuales, como en el caso de otros monos, los machos suelen tener los dientes más grandes que las hembras, cosa que no ocurría entre los australopitecos o los humanos. Los *Ardipithecus* tenían los dientes sorpresivamente menos afilados, y menos diferenciados entre sexos, lo que nos dice que su estructura social no era como la de los monos actuales, sino más parecida a la que tendrían nuestros ancestros más directos.



Otro dato llamativo es que la base del cráneo era corta, lo que le permitía balancearse sobre la espina dorsal. Esto es indicador de que caminaba sobre dos patas. Evidencia apoyada por la forma de la pelvis y de los pies.

Pero estos últimos no eran ciento por ciento los pies de un bípedo, ya que tenían un pulgar oponible, o sea eran más parecidos a una mano que a un pie, lo que le permitía agarrarse a las ramas de los árboles.

Ardi vivía en un medioambiente boscoso, con pequeños parches selváticos densos. Lo surcaban arroyos, y no muy lejos había áreas más abiertas tipo pradera. Pero donde vivió Ardi era un paisaje cerrado, que compartía con animales como loros, búhos, tigres diente de sable, hienas, osos, nutrias, otros primates, y un largo etcétera.

¿COMO SABEMOS TODO ESTO?

Estos datos tan completos son el fruto de 17 años de estudios. En 1994 se dio a conocer el descubrimiento de uno de los dientes de Ardi; por un momento fue el homínido más antiguo, después desapareció y no se habló más de él hasta ahora. Sólo circulaban historias en el mundo de la paleoantropología, pero no se publicó nada hasta que *Science* incluyó once artículos, resultado de un estudio llevado a cabo por decenas de científicos de todas partes del mundo y diferentes campos de la ciencia.

Es un hecho sin precedentes en paleoantropología. Esos once artículos científicos dan una cobertura completa a la anatomía, el paleoambiente y las interpretaciones evolutivas de Ardi. Se han estudiado los restos fósiles de todas las maneras posibles, y no sólo eso, sino que han estudiado todo el paleoambiente de los yacimientos donde fueron descubiertos, para saber con qué animales convivía y qué tipo de vegetación había.

Todo este trabajo fue coordinado por Tim White, de la Universidad de California, descubridor de los primeros restos. White también formó parte del grupo que descubrió a la otra estrella de la paleoantropología: Lucy.

Se ha escrito por allí que este increíble esfuerzo científico es, para el pequeño campo del estudio de la evolución humana, como si White hubiese estado construyendo un súper colisionador de hadrones como el LHC bajo nuestras narices. Pero esta es la forma en que se hace ciencia, cocinando a fuego lento para hacerlo bien. No como se hizo hace poco con el famoso fósil Ida, el *Darwinius masillae*, que salió con bombos y platillos para terminar mostrado que no era sino una serie de errores científicos sin evidencias para probar nada de lo que decían.

Como siempre se dice en el campo del estudio de la evolución humana, esto apenas acaba de empezar. Recién se dio a conocer todo lo que estos científicos han descubierto sobre Ardi, ahora es el turno de que otros estudien los resultados y tengan sus propias interpretaciones.

Pero lo que sí sabemos es que Ardi ha llegado para patear el tablero del estudio de los orígenes evolutivos de nuestra especie. Ha cambiado todo lo que se pensaba hasta la fecha sobre cómo sería ese ancestro que dio origen tanto a nuestra línea evolutiva como a la de nuestros parientes los monos...